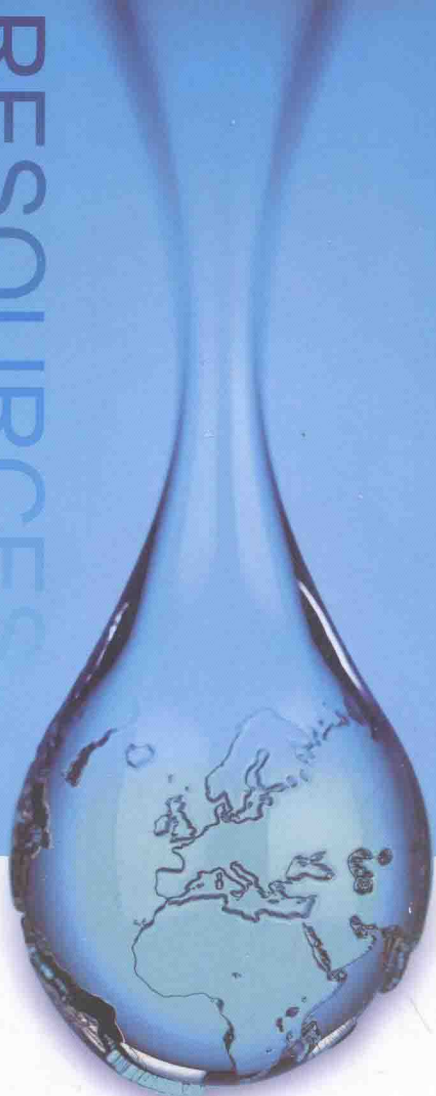


水资源学

王腊春 史运良 曾春芬等·编

WATER RESOURCES

东南大学出版社



RESOURCES

WATER

水 资 源 学

王腊春 史运良 曾春芬 等编

东南大学出版社
• 南京 •

内 容 提 要

本书根据水资源学的形成与发展过程,在着重介绍水资源学的基本概念、基础理论和研究方法的基础上,侧重从基本理论出发,注重理论知识与实践工作的结合,系统的阐述了水资源的形成过程,世界、中国水资源分布,水资源的开发利用、数量与质量评价,水资源的管理与规划、优化配置,水资源保护,用水与节水技术及水资源管理信息系统构建的基本理论、主要内容和关键流程等理论知识与相关方法。

本书可作为普通高等院校水利类、水资源管理、水资源工程、环境工程、区域规划等相关本科专业的一门基础专业教材,也可供从事水资源管理规划工作及相关专业的科技工作者使用和参考。

图书在版编目(CIP)数据

水资源学/王腊春等编. —南京:东南大学出版社, 2014. 9

ISBN 978-7-5641-5024-2

I. ①水… II. ①王… III. ①水资源-高等学校-教材 IV. ①TV211

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 121282 号

水资源学

编 者 王腊春 史运良 曾春芬 等

责任编辑 宋华莉

编辑邮箱 52145104@qq.com

出版发行 东南大学出版社

出 版 人 江建中

社 址 南京市四牌楼 2 号(邮编:210096)

网 址 <http://www.seupress.com>

电子邮箱 press@seupress.com

印 刷 江苏兴化印刷有限责任公司

开 本 700 mm×1 000 mm 1/16

印 张 14.5(彩色 0.5 印张)

字 数 273 千字

版 次 2014 年 9 月第 1 版 2014 年 9 月第 1 次印刷

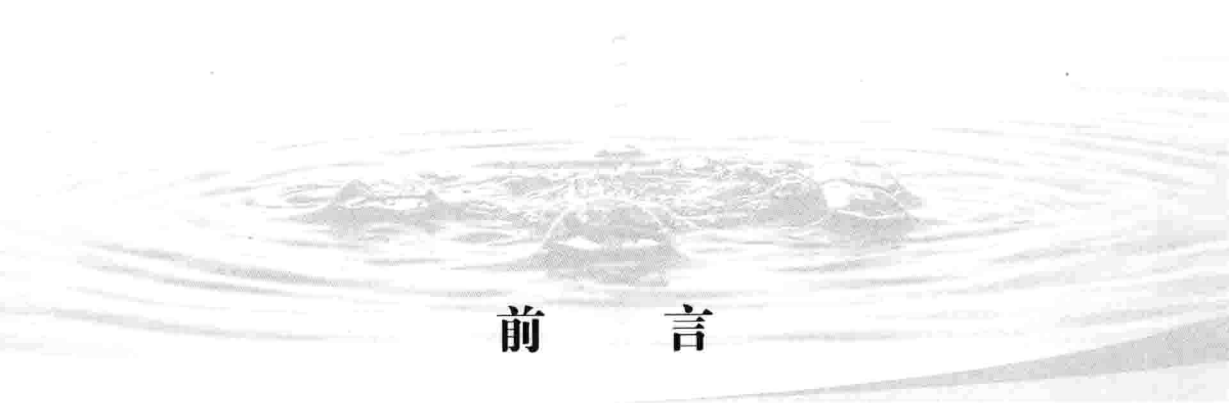
书 号 ISBN 978-7-5641-5024-2

定 价 29.00 元

经 销 全国各地新华书店

发行热线 025-83790519 83791830

(本社图书若有印装质量问题,请直接与营销部联系,电话:025-83791830)



前 言

水资源是生态-社会-经济系统的核心要素,是基础性自然资源和战略性经济资源。随着全球经济发展和人口迅速增长,对水资源的需求量也急剧增加,水资源问题已引发了一系列的社会经济问题。全球约有 8 亿人口缺乏清洁的淡水供应和 20 亿人口缺乏基本卫生的水资源。另一方面,水资源问题更关系到深层次的社会经济问题,如粮食安全问题。因此,水资源已成为全球可持续发展的重要基础,水资源学作为研究地球上人类可利用水资源的科学,在未来全球可持续发展研究中将发挥越来越重要的作用。

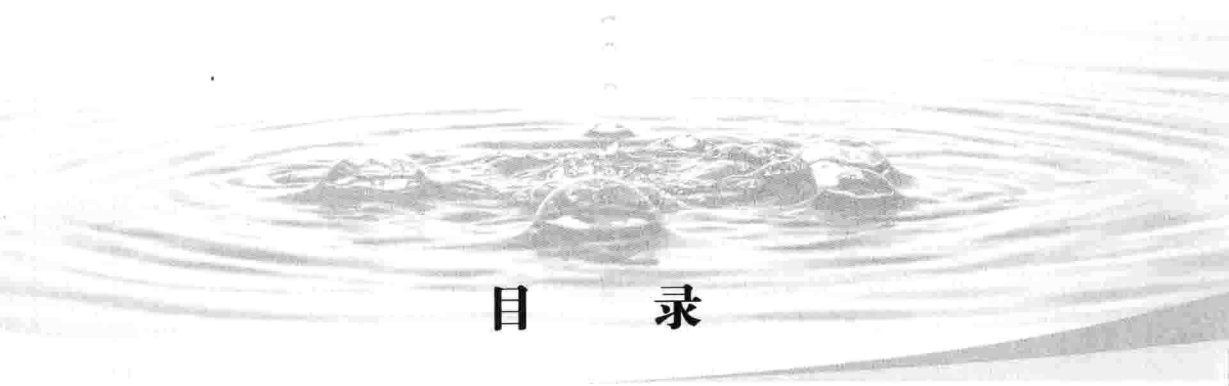
《水资源学》作为本科低年级的一门基础专业课程,本教材注意从基本理论出发,注重理论与实践的结合,着重介绍了水资源学的基本概念、基础理论和研究方法,力求使学生掌握水资源学的基础专业知识及理论。基于以上目的,教材主要分三大部分,对水资源学研究涉及的主要内容进行了论述。第一部分,对水资源学的基本概念和学科特点作了阐述,并对全球水资源分布与区域分布进行了总结。第二部分,对水资源学研究涉及的主要内容,分别从水资源开发利用、水资源评价、水资源规划、水资源配置问题、水资源保护、用水与节水等六方面进行论述,分章节分别进行了编写,力求结构清晰、系统。第三部分,对水资源管理和水资源管理信息系统进行梳理,重点介绍了水资源管理和水资源管理信息系统构建的基本理论、主要涉及内容和主要流程。

本教材编写大纲由王腊春、史运良、曾春芬初步确定,经张军以、马小雪、李娜等主要编写人员集体讨论后,最后确定编写大纲。本书总共分十章,王腊春、史运良、曾春芬先期进行了纲要性编写,后期编写分工分别为:第一章、第五章和第十章为张军以;第二章、第三章和第四章为马小雪;第六章、第七章和第九章为李娜;第八章第一、五节、第二、四节、第三节分别由马小雪、张军以、李娜编写;另外,张丽、戴明宏参与了书中部分图表的绘制。全书最后由王腊春、曾春芬通稿审定。

由于本教材涉及众多学科领域,加之编者水平有限,书中错误在所难免,恳请广大读者给予批评指正。

编者

2014 年 4 月



目 录

第一章 水资源学概论.....	1
第一节 水资源的概念.....	1
一、水资源的概念.....	1
二、国外水资源的不同定义.....	3
三、国内水资源的不同定义.....	3
四、关于“蓝水”、“绿水”与“虚拟水”之说.....	4
第二节 水资源学研究对象.....	5
第三节 水资源学与其他学科关系.....	7
一、水资源学与水文学.....	7
二、水资源和水利.....	9
三、水资源学与社会科学的联系.....	10
第二章 水资源全球分布与区域分布.....	11
第一节 世界水资源.....	11
一、地球水圈和全球水储量.....	11
二、全球水文循环和水量平衡.....	13
第二节 世界各大洲、各国水资源.....	18
一、世界各大洲水资源.....	18
二、世界各国水资源.....	19
第三节 中国水资源.....	20
一、自然环境基本特征.....	20
二、中国的水资源.....	28
第三章 水资源开发利用.....	33
第一节 水资源开发利用概述.....	33
一、水资源开发.....	33



二、水资源利用	34
三、水资源保护	39
第二节 水资源开发利用工程	41
一、水资源开发利用的发展过程	41
二、水资源开发利用的基本原则	42
三、水资源开发利用工程	43
第三节 水资源开发利用对水环境影响	52
一、水体的污染	52
二、水文特性的改变	55
第四章 水资源评价	60
第一节 水资源评价概述	60
一、水资源评价的定义	60
二、水资源评价内容	61
三、水资源评价发展过程	62
第二节 水资源数量评价	63
一、地表水资源量评价	64
二、地下水资源量评价	67
三、水资源总量的计算	71
四、重复水量的计算	72
第三节 水资源质量评价	73
一、水资源质量评价的内容和方法	73
二、水资源质量评价的标准	78
第四节 水资源开发利用及其影响评价	80
一、水资源各种功能的调查分析	80
二、水资源开发程度调查分析	80
三、可利用水量分析	81
第五章 水资源规划	82
第一节 水资源规划概述	82
一、水资源规划的概念	82
二、水资源规划的编制原则	82
三、水资源规划的指导思想	84



四、水资源规划的内容与任务	84
五、水资源规划的类型	85
六、水资源规划的一般程序	86
第二节 水资源规划的基础理论	87
一、水资源学基础	87
二、经济学基础	87
三、工程技术基础	88
四、环境工程、环境科学基础	88
第三节 水资源供需平衡分析	88
一、需求预测分析	89
二、供给预测分析	92
三、水资源供需平衡分析	95
第四节 水资源规划的制定	98
一、规划方案制定的一般步骤	98
二、规划方案的工作流程	100
三、规划方案的实施及评价	100
 第六章 水资源优化配置	 102
第一节 水资源优化配置的目标及原则	103
一、水资源优化配置的目标	103
二、水资源优化配置的原则	104
第二节 水资源优化配置类型	105
一、灌区水资源优化配置	105
二、区域水资源优化配置	105
三、流域水资源优化配置	106
四、跨流域水资源优化配置	107
五、城市水资源优化配置	107
第三节 水资源优化配置技术方法	108
一、系统动力学方法	109
二、多目标规划与决策技术	109
三、大系统分解协调理论	110
第四节 水资源优化配置案例分析	111
一、自然概况及研究分区目的	113



二、区域可供水量	114
三、区域水资源合理配置	114
第七章 用水与节水	118
第一节 合理用水与节约用水	118
一、有限的再生资源	118
二、合理用水、节约用水	119
三、国内外节水现状	121
第二节 节水措施	124
一、生活节水	125
二、工业节水	128
三、农业节水	131
第三节 创建节水型社会	134
一、节水型社会	134
二、建设节水型社会	135
第八章 水资源保护	137
第一节 水资源保护概述	137
一、水资源保护的内涵	137
二、水资源保护的原则	138
第二节 水功能区划分析	139
一、水功能区划的依据与目的	139
二、水功能区划指导思想与原则	140
三、水功能区划分体系	141
四、国家水资源一级区重要江河湖泊水功能区划	144
第三节 水域纳污能力计算	148
一、数学模型的确定	148
二、数学模型计算法	149
第四节 水污染控制	151
一、水污染控制概述	151
二、点源污染控制	153
三、内源污染控制	154
四、面源污染控制	156

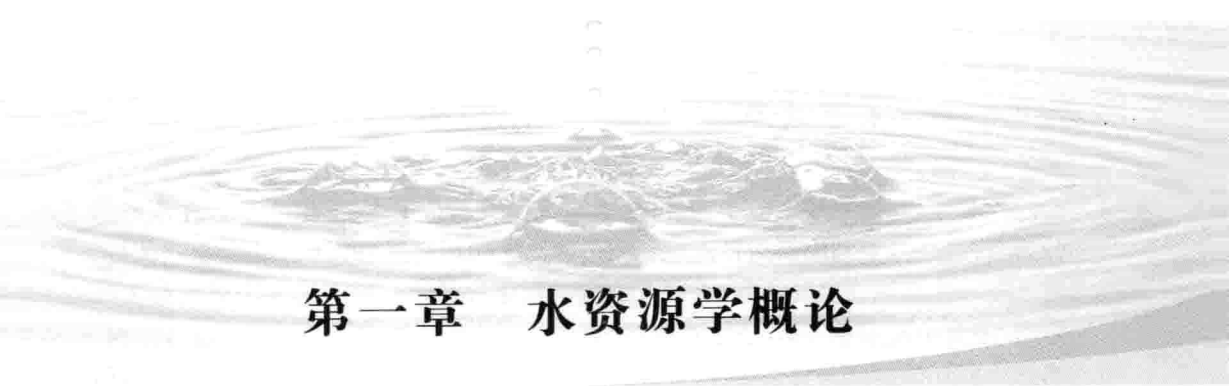


第五节 水资源保护与生态修复·····	161
一、水源涵养与水源保护·····	161
二、水生态保护与修复·····	163
三、地下水资源保护·····	170
第九章 水资源管理 ·····	172
第一节 水资源管理内涵·····	172
一、水资源管理内容·····	172
二、水资源管理目标·····	173
三、水资源管理的工作流程·····	174
第二节 水资源管理体制·····	175
一、国外水资源管理的组织体制·····	175
二、国内水资源管理的组织体制·····	177
第三节 水资源的权属·····	180
一、水的权属理论·····	180
二、我国对水资源权属改革历程·····	182
第四节 水资源管理的行政措施·····	184
第五节 水资源管理的经济手段·····	186
第六节 水资源管理法律法规·····	190
一、水资源法律概述·····	190
二、水资源管理法规体系的作用和特点·····	192
三、水资源管理的法规系统分类·····	194
第十章 水资源管理信息系统 ·····	196
第一节 水资源管理信息系统概述·····	196
一、水资源管理信息系统概念·····	196
二、水资源管理信息系统的构成·····	197
第二节 水资源管理信息系统设计·····	198
一、设计目标和任务·····	198
二、系统结构设计·····	199
三、系统功能设计·····	200
四、系统安全设计·····	202
第三节 水资源管理信息系统开发·····	203



一、系统开发原则	203
二、系统开发思想	204
三、系统开发方案	205
四、系统集成方案	207
五、系统开发的关键技术基础	208
参考文献	210





第一章 水资源学概论

水是生命之源,在地球上一切生命活动都起源于水。水资源是人类生产和生活不可缺少的自然资源,也是生物赖以生存的环境资源。随着人口规模与经济规模的急剧增长,水资源的需求量不断增大。同时人类社会的高度发展对水环境造成了破坏乃至恶化,水资源短缺问题已成为全球性的战略问题。水资源危机的加剧和水环境质量的不断恶化,已成为未来人类可持续发展的主要限制因子之一。因此,针对水资源进行研究,掌握自然环境中水资源的运行、资源化利用、水资源消耗、污染治理及保护等基本问题是实现水资源可持续利用的关键性基础科学问题。

第一节 水资源的概念

人类对水资源的认识已经历了很长时间,并进行了一系列的研究。目前,学术界对水资源的定义尚未达成一致。各国学者从不同的角度对水资源进行了阐述,提出了许多具有重要意义的概念,不断加深了人类对水资源内涵的理解与认识。

一、水资源的概念

水是地球自然界最重要的组成部分,是人类及万物生存发展的基础。水资源可以理解为是人类长期生存、生活和生产活动中所需要的各种自然水,既包括数量和质量的含义,又包括使用价值和经济价值。水资源可以定义为:地球上目前和近期人类可直接或间接利用的水量的总称,是自然资源的一个重要组成部分,是人类生产和生活中不可缺少的资源。

水资源的定义有广义及狭义之分。广义水资源,指地球上水的总体。自然界中的水以固态、液态和气态的形式,存在于地球表面和地球岩石圈、大气圈和生物圈之中。因此,广义的水资源包括:地面水体,指海洋、沼泽、湖泊、冰川等;土壤水及地下水,主要存在于土壤和岩石中;生物水,存在于生物体中;气态水,存在于大气圈中。狭义的水资源,指逐年可以恢复和更新的淡水量,即大陆上由大气降水补



给的各种地表、地下淡水的动态量,包括河流、湖泊、地下水、土壤水等。在水资源分析与评价中,常利用河川径流量和积极参与水循环的部分地下水作为水资源量。对于某一个流域或地区而言,水资源的含义则更为具体。广义的水资源就是大气降水,主要由地表水资源、土壤水资源和地下水资源三部分组成。在一定范围内,水资源存在两种主要转化途径:一是降水形成地表径流、壤中流和地下径流构成河川径流;二是以蒸发和散发的形式通过垂直方向回归大气。河川径流一般称之为狭义水资源,主要包括地表径流、壤中流和地下径流。流域水资源的一般组成如图 1-1 所示。此外,水资源的定义是随着社会的发展而发展变化的,具有一定的时代性,并且出现了从非常广泛外延向逐渐明确内涵的方向演变趋势。由于出发点不同,相对于特定的研究学科,都从各个学科角度出发,提出了本学科涵义以及研究对象明确定义。

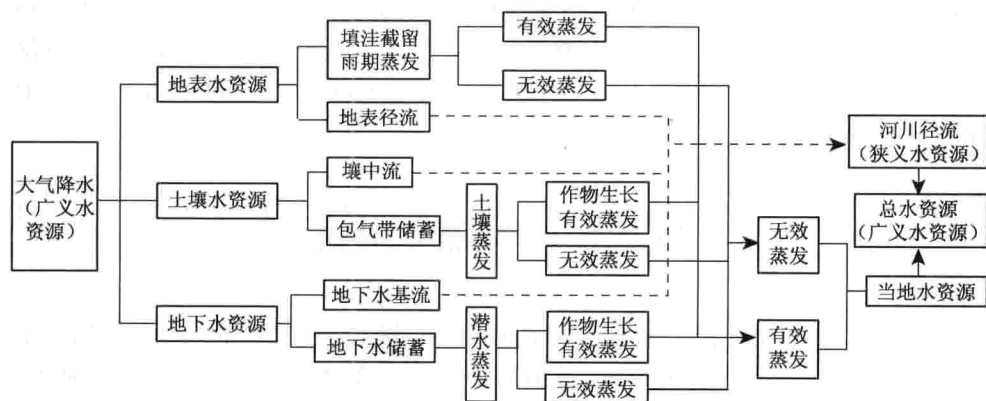


图 1-1 流域水资源组成示意图

资料来源:左其亭,窦明,吴泽宁. 水资源规划与管理[M]. 北京:中国水利水电出版社,2005.

水资源由于自身的特性,其具有自然属性和社会经济属性两方面的属性。

自然属性——自然界天然存在,受自然因素控制,是参与自然界循环与平衡的重要因子。

可利用性——水的类型多,有淡水、微咸水、中咸水、咸水、肥水;各种形态,气、固、液;赋存类型,地下水、地表水等。在自然生态环境和社会经济环境中水的用途广泛,要求不一。

数量与质量兼顾性——在数量上要足够,在质量上满足需要,在一定条件下是可以改变的。

时变性——是否是水资源在很大程度上取决于经济技术条件,今天认为或不能作为水资源的水随着经济技术的发展也可能成为水资源。



二、国外水资源的不同定义

国外水资源的概念是 1894 年最早由美国国家地质调查局(United States Geological Survey, 简称 USGS)提出并开始应用的,并于当年设立了世界第一个水资源处(Water Resources Discipline, 简称 WRD)。1963 年,英国通过了《水资源法》,并在《水资源法》中将水资源定义为“具有足够数量的可用水”,即自然界中水的特定部分。1965 年,美国通过了“水资源规划法案”,同时成立了水资源理事会(Water Resources Council, 简称 WRC),此时水资源具有浓厚的行业内涵。1988 年,联合国教科文组织(United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 简称 UNESCO)和世界气象组织(World Meteorological Organization, 简称 WMO)共同制订的《水资源评价活动——国家评价手册》,将水资源定义为:作为资源的水应当是可供利用或有可能被利用的,具有足够数量和可用质量,并可适合某地对水的需求且能长期供应的水源。1989 年,美国地质调查局水资源处的定义为:水资源为陆面地表水和地下水的总称,未包括海洋水。《不列颠百科全书》中给出:水资源为自然界一切形态(液态、固态和气态)的水,由于《不列颠百科全书》的权威性,该解释曾被广泛引用。

三、国内水资源的不同定义

我国拥有悠久的水资源开发利用历史,在两千多年的实践过程中逐渐形成了具有中国特色的水利科学技术体系,并建设了一系列著名的水利工程,如秦代李冰主持修建了举世闻名的都江堰工程,科学地解决了江水的自动分流、排沙等水文难题,根治了水患,使川西平原成为“天府之国”。隋代开凿的京杭大运河,是世界上开凿最早、最长的运河,对沟通我国南北,促进社会经济发展发挥了巨大的推动作用,是我国古代水资源开发利用、水利工程建设的杰出代表之一。陈家琦和钱正英(2003)认为:广义的水资源是指在地球的水循环中,可供生态环境和人类社会利用的淡水,它的补给来源是大气降水,它的赋存形式是地表水、地下水和土壤水。其中把对生态环境的效用也理解为水资源的价值,但是对其他要素作了较多的限定。随着社会经济的不断发展,水资源概念的内涵将得到不断地发展与丰富。

水资源这个名词在中国出现只是近几十年的事情,“水利资源”和“水力资源”的用法较“水资源”早。水资源定义的不断演化过程,也表明人类在水资源方面的知识和理解是一个不断深化的过程,不同学科对水资源的认识存在学科方面的认知差异。

《中国农业百科全书·水利卷》定义水资源为:可恢复和更新的淡水量。详分为:永久储量;更替周期长,更新极为缓慢,利用消耗不能超过其恢复能力;



可恢复的储量:参与全球水文循环最为活跃的动态水量,逐年可更新并在较短时间内可保持动态平衡,是人类常利用的水资源。

《中国大百科全书》在不同卷中对水资源作了不同解释:

“大气科学·海洋科学·水文科学卷”中对水资源的定义是“地球表层可供人类利用的水”,包括水量(质量)、水域和水能。

“水利卷”中对水资源的定义为“自然界中各种形态(气态、液态或固态)的天然水”,并把可供人类利用的水作为“供评价的水资源”。

“地理卷”中对水资源的定义是:“地球上目前和近期人类可直接与间接利用的水资源,是自然资源的一个重要组成部分”。随着科学技术的发展,被人类所利用的水逐渐增多。

1) 水资源含义的拓展

当今世界,随着水资源短缺程度的加剧和水资源开发利用技术的发展,人类开发利用水资源水平的提高,以及对水资源认识的不断深化,水资源含义也在不断拓展。如“洪水资源化”、“污水资源化”、“咸水和海水的利用和淡化”、“农业中的土壤水利用”,以及“人工增雨(雪)”、“雨水集蓄利用”等技术的发展,将进一步拓展水资源的范畴。

2) 水资源量组成

一般认为“可供利用”是水资源的主要特征,而不是指地球上一切形态的水。可供利用即水源可靠,数量足够,且可通过自然界水文循环不断更新补充的水,大气降水为补给来源。水资源种类/组成按照其类型可分为海洋水、地下水、土壤水、冰川与永久雪盖、永冻土底冰、湖泊水、沼泽水、河流水、生物水、大气水。

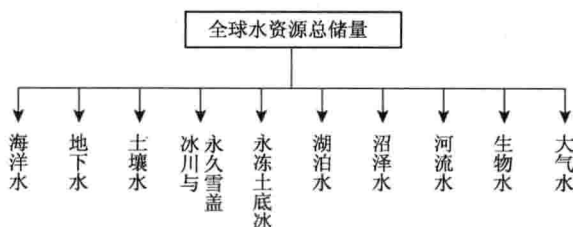


图 1-2 水资源组成示意图

资料来源:自绘

四、关于“蓝水”、“绿水”与“虚拟水”之说

1993 年瑞典水文学家 M. 富肯玛克(Malin Falkenmark)针对雨养农业和粮食安全問題而首次提出了“蓝水”(Blue Water)和“绿水”(Green Water),将降水在陆地生

态系统中分割成“蓝水”和“绿水”两部分。前者为降水中被形成的地表水和地下水部分,是可见的液态水;后者是降水下渗到非饱和土壤层中用于植物生长的水。

中科院院士刘昌明则认为:地球上的淡水资源可分为“蓝水”和“绿水”两部分。“绿水”是分子状态的水和受分子引力约束的水分,包括气态水、土壤颗粒束缚的土壤水,在流域水文循环中由降水转化而来,转化的动力主要是热力作用;“蓝水”是重力赋存或受重力作用而流动的液态水,主要是降水产生和补给的地表水和地下水,它们的流动与转化动力是重力作用。“蓝水”通常是水利工程容易开发的对象,人们称其为“工程水资源”。“绿水”是广泛供给陆生生态系统,主要是绿色植物、作物的使用,并气化为水汽逸散于大气。

“虚拟水”(Virtual Water)概念由 Tong Allan 于 1993 年提出,是指包含在世界粮食贸易中的水资源量,后来延伸到包括隐含于水密集型产品中的水资源量。目前,虚拟水被定义为生产商品和服务所需要的水资源数量。虚拟水不是真实意义上的水,而是以虚拟形式包含在产品中的看不见的水,因此也被称为嵌入水或外生水。由产品贸易引起虚拟水的转移就是虚拟水贸易,而虚拟水战略则是指贫水国家或地区通过贸易方式从富水国家或地区购买水密集型产品,从而获得水和粮食的安全。以往人们对水和粮食安全都习惯于在问题发生的区域范围内寻求解决方案,虚拟水战略从系统的角度出发分析与问题相关的各种影响因素,并从问题发生的范围之外找寻解决问题的应对策略。目前,虚拟水已经成为国际前沿研究领域,诸多学者针对虚拟水的内涵、估算等开展了多方面的理论和实证研究。当前许多国家也正在以虚拟水的形式解决国内水资源短缺问题。

第二节 水资源学研究对象

水资源学在其成长过程中,其研究对象主要可以归结为三个部分:①水资源的形成、演化、运动机理和分布规律。主要研究每年通过全球水文循环不断更新补充的地表水和地下水,包括大气水、降水、地表水、土壤水、地下水相互转化机理和变化以及不同流域的水资源量及其开发潜力。②水资源的合理开发利用。水资源合理开发利用的核心是合理配置,研究水资源评价、水资源供需平衡,目标是使水资源的合理利用能适应社会和经济可持续发展的要求。③水资源与环境、生态系统的关系。研究水资源开发利用与环境、生态系统的协调,变化环境中水资源的变化规律及其对策。

(1) 水资源的形成、演化、运动机理和分布规律研究的主要对象是地球水资源本身。地球上包括大气层、地表和地下一切形态的水,总储量约 13.86 亿 km^3 ,其



中大部分是人类不能直接利用的海洋咸水。与人类生存和发展关系密切的淡水储量不过是水总储量的 2.53%，且其中约有 70% 以上是以难以利用的两极和高山冰川以及永冻土中的固态冰的形式存在。与人类社会发展息息相关的主要是通过全球陆地水循环不断更新的地表水（主要包括河川径流、淡水湖泊、沼泽等淡水资源），这就是目前水资源学的主要研究对象，研究其自身形成、演化、运动过程及人类对其的影响等，从一定意义上讲，水文学是水资源学的基础。

(2) 水资源的合理开发利用。水资源合理开发利用是人类可持续发展概念在水资源问题上的体现。要做到水资源合理开发利用，需注意以下几点：①水资源的开发力度必须加以限定。在当今技术条件下，人类还做不到完全按人的意志调控整个水资源系统并避免产生不良后果。因此，开发利用量一般不得超过水资源系统的补给资源量，即水循环所能提供的可再生水量。②水资源的开发利用应尽可能满足社会经济发展的需要。各种开发利用方案的制订应紧密结合经济规划，不仅应与现时的需水结构、用水结构相协调，而且应为今后的发展和需水、用水结构的调整保留一定的余地。此外，在整个开采规划中，既要保证宏观层次用水目标的实现，又要尽可能照顾到各低层次的局部用水权益。③尽可能避免水资源开发利用所造成的各种环境问题。大规模的水资源开发利用是对天然水资源系统结构的调整，是水量、水质在空间上重新分配的过程。水资源的开发利用不仅要注意水量的科学分配、水质的保护，也要密切注意因水位的变异而带来的不良环境问题。对一些环境脆弱地区，尤其要注意对水位加以控制。④遵循经济最优化、技术可行的原则开发利用水资源。水资源的开发利用既要考虑供水的需要，又要考虑经济效益问题，包括水资源开发工程的投入-产出效率、水的价值，尽可能做到以最小的投入换取最大的经济回报。

(3) 水资源与环境、生态系统的关系。水资源作为全球生态系统中不可或缺的组成部分，在水环境、生态环境保持，维持生态系统正常运转方面具有重要的作用。水资源的开发利用，要注重水资源和环境、生态系统正常需水量的协调，满足人类对水资源需求的前提下，做到不影响乃至改善水资源在水环境和生态系统方面的作用，尽量避免水资源开发利用产生的副作用。正确认识并处理好水资源与环境和生态系统间的关系，协调好水环境健康、生态系统正常运转所需的水资源量，在水资源的开发利用过程中注重水环境、生态系统生态需水量的满足，尽可能减少水资源开发利用带来的环境及生态负效应。

综上所述，水资源学是对水资源利用、管理配置、评价和水资源保护，并为人类社会可持续发展提供可持续利用水资源的一门学科，处理好水资源和社会经济发展及环境、生态系统间的关系，以及对水资源实行科学管理和保护、水资源最大效用化利用经验的系统总结所形成的知识体系，水资源科学管理知识的总结升



华,是保证水资源的可持续利用,水资源业务开展的重要理论基础之一。

第三节 水资源学与其他学科关系

一、水资源学与水文学

20世纪70年代“水资源”名词大量出现在我国的实践中,是从开展全国性水资源评价工作开始的。当时国际水文科学界讨论的话题以及书刊上见到的国外文献有关水文学方面的文章中水资源方面的内容比重突然大了起来。同时,世界气象组织和联合国教科文组织共同主持了一项国际合作学术计划,即国际水文计划(International Hydrological Programme,简称IHP),第一阶段IHP-I计划(1975—1980),突出强调了把水文学的意义延伸到与水资源综合利用、水资源保护等有联系的生态、经济和社会各个方面;第二阶段IHP-II计划(1981—1983)进一步加强了水文学的水资源方向;而第三阶段IHP-III计划(1984—1989)则干脆命名为“在脆弱环境中的水文学和水资源开发”;第四阶段IHP-IV计划(1990—1995)研究变化环境中的水文与水资源的可持续发展;第五阶段IHP-V计划(1996—2001)关注脆弱环境中的水文与水资源发展,其主要内容是:资源过程与管理研究,区域水文水资源研究和知识、信息与技术的转化。国际水文计划第六阶段计划IHP-VI(2002—2007)主题为“水的相互作用:风险与社会挑战中的系统”,重点研究全球变化与流域系统、大气与陆地、地表水与地下水、淡水与咸水、质与量、水体和生态系统、水与文化、科学与政治等八个方面问题。第七阶段计划IHP-VII(2008—2013)的框架议题就如何利用现有科学知识来发展新研究方向和方法,以对环境变化、生态系统和人类活动做出响应,主要议题为①流域和浅层地下水系统对全球变化影响的适应性研究;②加强水资源管理,提高水资源利用的可持续性;③面向可持续性的生态水文学;④淡水与生命支撑系统;面向可持续发展开展水资源保护教育(暂定)。联合国教科文组织国际水文计划作为一个长期的国际水科学研究计划,在不同阶段的研究主题与项目设置,在一定程度上充分反映了国际水文水资源研究的最新发展趋势及方向。现代水文学正在不断加强和水资源学、社会学、管理学的综合协调发展,已成为研究内容、涉及领域广泛的综合学科。

水资源学作为一门人类认识水资源,开发利用水资源、保护水资源及水环境的知识体系,主要属于技术科学的范畴。水文学主要研究地球上水的形成、循环、时空分布、化学和物理性质以及水与环境的相互关系,为人类防治水旱灾害,合理开发和有效利用水资源,不断改善人类生存和发展的环境条件,提供科学依据。水资

